

Document downloaded from:

<http://hdl.handle.net/10251/38817>

This paper must be cited as:

Camargo Sánchez, SDJ.; Femenia Ribera, C.; Berné Valero, JL. (2008). Análisis de la situación actual de la Red Geodésica y la Cartografía en Venezuela. Mapping. Abril-M:1-10.



The final publication is available at

Copyright eGeoMapping S.L.

SITUACION ACTUAL DE LA RED GEODÉSICA VENEZOLANA / PRESENT SITUATION OF VENEZUELAN NETWORK GEODESIC

Santana de Jesús Camargo Sánchez ⁽¹⁾, Carmen Femenia Ribera ⁽²⁾ y José Luís Berné Valero ⁽³⁾

⁽¹⁾ Departamento de Ingeniería Agrícola. Cátedra de Topografía Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA).

sancasnc@doctor.upv.es. Venezuela

⁽²⁾ Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría. Universidad Politécnica de Valencia (UPV). Tel. 963877007 ext. 75564

cfemenia@cgf.upv.es. España

⁽³⁾ Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría. Universidad Politécnica de Valencia (UPV). Tel. 963877007 ext. 77790

jlberne@cgf.upv.es. España

RESUMEN

En la extensión territorial de Venezuela se presentan relieves diversos y accidentados, desde el nivel del mar hasta los 4980 metros de su Pico más alto, pasando por las paredes verticales denominadas Tepuís en el Sur del país. En esta diversidad de superficie del territorio venezolano el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar rige las normas técnicas para la formación y densificación de la Red Geodésica de Venezuela (REGVEN) que forma parte de la Red SIRGAS en Suramérica.

La nueva Red Geodésica se referencia en el Elipsoide GRS-80 y se ha desarrollado con tecnología GPS, cambiando la referencia elipsoidal que existió hasta 1999, cuando por resolución del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales se cambia del elipsoide Hayford 1924 al GRS-80. Actualmente se tienen los parámetros de transformación de un elipsoide al otro y la red REGVEN en proceso de densificación y el establecimiento de una Red de Estaciones Permanentes de Monitoreo y Observación Satelital (REMOS).

Palabras clave: red, SIRGAS, REGVEN, datum, elipsoide, geodesia.

ABSTRACT

In territorial extension of Venezuela diverse reliefs and victims appear, from the level of the sea to the 4980 meters to their higher tip, happening throught vertical wall denominated

“Tepuis” in the South of the country. In this diversity of surface of the Venezuelan territory the Geografic Institute of Venezuela Simón Bolívar governs the practical standards for the formation and densification of the Geodesic Network of Venezuela (REGVEN) that comprises of the SIRGAS Network in SouthAmeric.

The new Geodesic Network reference in Ellipsoid GRS-80 y has been developed with technologies GPS, changing the elisoidal reference that exsted untill 1999, when by resolution of the Ministry of the Atmosfere and the Natural Resources it changes of the ellipsoi Hayford 1924 to the GRS-80. At the moment the parameter of transformation from an ellisiod to the other and network REGVEN in densification process and establishment of a Network of Permanent Station of Monitoreo and Satelite Observation are had (REMOS).

Key Words: network, SIRGAS, REGVEN, datum, ellipsoid, geodetic.

1. INTRODUCCIÓN

Con los avances tecnológicos en la actualidad, sobre todo en tecnología de posición global; da la posibilidad de obtener la posición sobre la tierra de cualquier punto, tanto en coordenadas geocéntricas, como en geográficas ó en proyección cartográfica. La creación de una Red Geodésica formada por puntos materializados llamados vértices geodésicos, que se vinculan unos a otros, conociendo sus respectivas posiciones forman una Red; que conlleva sistemáticamente a conocer la extensión del territorio que ocupan.

En el caso de la República Bolivariana de Venezuela que presenta un relieve muy heterogéneo en diferentes zonas del país, ha desarrollado una Red basada en Sistema de Posición Global (GPS). La Red Geodésica Venezolana denominada REGVEN, que forma parte de la Red SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas) se destaca por su precisión en más o menos dos centímetros en cada vértice.

El desarrollo de la red está regida por normas técnicas dictadas por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar en coordinación de otras Instituciones tanto públicas como privadas y logrado tener una de las más precisa de Latinoamérica y el mundo, el cual se encuentra en proceso de densificación y evolución continua colocándose entre las más avanzadas.

2. DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA

(IGVSB, Atlas de Venezuela, 2001) La República Bolivariana de Venezuela, presenta una extensión aproximada de 916445 Km.², de territorio continental e insular; se extiende a espacios marinos, que cuentan con una extensión de mar territorial de 1270 Km.², (Mar Caribe) aproximadamente de 12 millas náuticas y una área de 200 millas náuticas cuadradas, zona marítima contigua y plataforma continental. Esta extensión no incluye los 144000 Km.² de la zona de reclamación de Guyana.

Sus límites por el Norte con los mares territoriales de la República Dominicana, Antillas Neerlandesas (Araba, Curaçao, Bonaire, Saba, San Eustaquio); Puerto Rico e Islas Vírgenes, Martinica, Guadalupe y con Trinidad y Tobago. Por el Sur con las Repúblicas de Brasil y de Colombia. Por el Este con el Océano Atlántico y la República Cooperativa de Guayana y por el Oeste con la República de Colombia.

El territorio venezolano presenta un relieve variado y accidentado, desde plano ondulado en el llano tropical hasta las montañas andinas de nieves perpetuas y altiplano guayaneses, la cual se sintetiza en seis provincias fisiográficas, a saber:

- Plataforma Continental: Se encuentra ubicada al Norte y Noreste del país; comprende la amplia faja costera de bajo relieve, de 0 a 100 metros sobre el nivel del mar; representa aproximadamente un 18% de la superficie continental incluyendo las islas de soberanía venezolana.
- Sistema Montañoso del Caribe: Representa el 3% de la superficie del territorio venezolano, constituye un sistema montañoso complejo de tipo alpino con variadas formas del relieve tales como valles, colinas y lomas; comprendida entre la zona norte-centro-oriental y la depresión de los llanos, constituyéndose en una continuación estructural del arco insular de la Región Oriental del Caribe.
- Cordillera de los Andes: Constituye en una prolongación de los Andes Colombianos los cuales desde el Nudo de Pamplona (Colombia) se bifurca en La Sierra de Perijá dirigiéndose hacia noroeste y constituye el límite oeste de Venezuela y la Cordillera de Mérida o de los Andes Venezolanos en dirección noreste; en donde se destacan las cumbres máximas del relieve venezolano y entre ellas destaca el más alto del país como el Pico Bolívar con 4980 metros de altitud (IGVSB, Boletín N° 14. Determinan la altura exacta del Pico Bolívar, 2003).
- Los llanos: Abarcan una extensión aproximada del 25% de la superficie del país y se encuentran ubicadas en el centro del territorio venezolano, desde las cumbres andinas en el Oeste hasta la desembocadura del Orinoco en el Este y desde las estribaciones de la Cordillera de la Costa hasta el margen izquierdo del río Orinoco; presentan altitudes de 50 a 200 metros.
- Guayana: Representa el 45% del territorio venezolano, se encuentra desde el margen derecho del río Orinoco hasta el límite internacional de Brasil y Colombia. Presenta llanuras inclinadas y altas mesetas bordeadas con paredes verticales hasta de 2800 metros sobre el nivel del mar, llamadas Tepuís; únicas en el mundo.

Venezuela entonces, presenta una gran heterogeneidad de relieves con diferentes pendientes en toda su extensión territorial; lo cual representa un reto para algún organismo que desea conocer el tamaño y forma exacta de las dimensiones del país y para ello se logra apoyándose en una Red Geodésica que lo abarque en su totalidad.

FIGURA 1

3. ORGANISMOS COMPETENTES

La construcción de las redes geodésicas nacionales que han existido en Venezuela, han dependido directamente de la coordinación y control del actual Instituto Geográfico de

Venezuela “Simón Bolívar” o con sus nombres anteriores en su debido momento; con apoyo de instituciones públicas y privadas:

Instituciones Públicas: Primeramente el propio Instituto Geográfico de Venezuela “Simón Bolívar”, PDVSA (Petróleos de Venezuela S.A.), Dirección General de Fronteras del Ministerio de Relaciones Exteriores, Dirección de Geografía y Cartografía de la Fuerzas Armadas, Universidad del Zulia, Universidad Simón Bolívar, EDELCA (Electrificación del Caroní).

Instituciones Privadas: Entre ellas tenemos: DEL MONTE Sistemas Geodésicos Avanzados, Grupo MERCATOR, Oficina Técnica N. Maldonado, MEDISERV MG Mediciones y Servicios S.A., etc.

Instituciones Internacionales: Entre ellas se presenta el Instituto Alemán de Investigaciones Geodésicas (DGFI) y el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH).

4. EVOLUCIÓN HISTÓRICA

Las primeras observaciones astronómicas de Longitud Geográfica fueron realizadas por Humboldt en 1800 en la ciudad portuaria de La Guaira, más tarde cuando la Comisión del Plano Militar de 1904, establece el punto de origen para el primer sistema geodésico al Datum Cajigal ubicado en la planicie de la ciudad de Caracas, donde se inician las observaciones en 1905, con la determinaciones de la Latitud y longitud; siendo luego cambiado al Datum Loma Quintana de 1911 localizando el origen en El Mirador, en la parroquia 23 de Enero de Caracas, cuya Latitud es $10^{\circ} 30' 24,680''$ N y Longitud $66^{\circ} 56' 02,512''$ W y una altitud de 1077,54 m.s.n.m.; siendo el elipsoide de referencia Hayford de 1909.

En 1949 la Dirección de Cartografía Nacional inicia los levantamientos gravimétricos para el punto de origen para el planificado Provisional South American Datum de 1956 (PSAD56); estableciendo como origen el Datum Geodésico **La Canoa** en el pueblo de La Canoa, Estado Anzoátegui, donde su Latitud y Longitud fueron: $08^{\circ} 34' 17,170''$ y $63^{\circ} 51' 34,880''$ W, respectivamente; siendo referenciada al elipsoide internacional Hayford 1924.

Para 1955 en la VIII Reunión del IPGH (Instituto Panamericano de Geografía e Historia) recomienda adoptar como Datum Geodésico Provisional la Estación de Triangulación LA CANOA (PSAD56), con el elipsoide Internacional asociado, no solo para Venezuela sino para toda América de Sur. A partir de este momento se llevó a cabo el establecimiento de la Red Clásica de Triangulación (Red Geodésica de Triangulación de 1° Orden) del país, utilizando técnicas y métodos que (según Fisher, I., en 1963 y citado por Hernández J. N. et al., 2005.) se denominan como clásicas o convencionales. Dicho Datum

estuvo vigente para Sudamérica hasta 1969, cuando se cambió al PSAM69; pero para Venezuela estuvo vigente hasta 1999.

En el año de 1980, la Asociación Internacional de Geodesia recomienda adoptar el elipsoide GRS-80, pero se adopta desde 1999 cuando se cambia al nuevo Datum SIRGAS - REGVEN (Sistema de Referencia Geocéntrico para América del Sur - Red Geocéntrica Venezolana) en sustitución de La Canoa (Elipsoide Internacional Hayford 1924), cual será el nuevo marco de referencia y REGVEN materializa en Venezuela la densificación de la Red SIRGAS.

Este nuevo sistema de referencia se encuentra referido al ITRF (International Terrestrial Reference Frame) 94, época 1995.4 con el elipsoide GRS-80. Posteriormente el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar aumenta el número de estaciones conectadas a SIRGAS y enlazando la Red REGVEN del Norte con la Red GPS SUR para formar una sola red que abarca todo el Territorio.

El Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía (SAGECAN), hoy el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar, adscrito al Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables; quién rige y coordina la actividad geodésica en Venezuela, comunicó que según la Gaceta Oficial N° 36653 del 03 de Marzo de 1999, a partir del 01 de Abril de 1999 se ha adoptado de la Red Geocéntrica Venezolana (REGVEN); como nuevo marco de referencia acorde con las precisiones de las nuevas técnicas de medición geodésica entre ellas el Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

5. REDES GEODÉSICAS EXISTENTES

En Venezuela existen varios tipos de redes geodésicas, que han perdurado en el tiempo y durante muchos años han servido de control de referencia entre ellas está la Triangulación Clásica para control horizontal y la de BM's Nivel Geodésica de 1^{er} Orden para el control vertical. Actualmente se ha cambiado de la Red de Triangulación Clásica a la Red geodésica Venezolana (REGVEN) que constituye un apéndice de la Red SIRGAS. También podemos encontrar una Red GPS al Sur de Venezuela y una Red Geodésica Metropolitana de Caracas.

Triangulación Clásica: Es una amplia red geodésica determinada por un conjunto de puntos y/o vértices debidamente posicionados y distribuidos en el espacio a través de coordenadas que permiten de manera exacta su localización. El sistema clásico se encuentra orientado mediante mediciones astronómicas y estructuradas en redes de diferentes órdenes; primer, segundo, tercer y cuarto orden, lo cual minimiza los errores de cálculos y mediciones.

BM'S Nivel Geodésica 1^{er} Orden: La red de nivelación nacional de primer orden cubre una extensión de 15466 Km., y está compuesta por 13462 puntos de altura conocida y se encuentran distribuidos en todo el país.

Red Geodésica Venezolana (REGVEN): Constituye una Red Geodésica moderna muy exacta, de acuerdo a la alta calidad de las coordenadas, referidas a SIRGAS. La red geodésica de Venezuela consta con más de cien vértices nuevos, establecidos por GPS donde se encuentran diez estaciones integradas a Sistemas de Referencia Geocéntrica para América del Sur (SIRGAS).

Red de Amazonas y Bolívar: Es una Red GPS al sur de Venezuela ocupa una superficie de 418145 Km.² con más de treinta vértices GPS incluyendo los seis vértices vinculados al Datum REGVEN.

Red GPS Área Metropolitana de Caracas: Es una pequeña red geodésica para el área Metropolitana de Caracas constituida por diecisiete vértices ubicados a lo ancho y largo del valle en el cual esta inmersa la capital de Venezuela.

6. TÉCNICAS DE EJECUCIÓN DE LAS REDES GEODÉSICAS

Los levantamientos geodésicos de acuerdo al instrumental se clasifican en:

- Levantamientos convencionales o clásicos: Entre se destacan equipos como los teodolitos, brújulas, niveles, etc.
- Levantamientos electrónicos: Estos equipos que se utilizan son como el Electro tape, Distanciómetros, etc.
- Levantamientos Satelitales (GPS): Como su nombre indica usan el posicionamiento global a través de los satélites.

El Control Básico Geodésico y se divide en Horizontal y Vertical.

El control básico horizontal puede establecerse mediante triangulación convencional, poligonales, triangulación reforzada o trilateración y también por métodos GPS. El control geodésico horizontal, consta de una red de estaciones en posiciones cuadrículares o geográficas fijas, referidas a un punto Datum horizontal común, que define un sistema referencial en donde se miden las posiciones horizontales de los accidentes cartográficos respecto a paralelos y meridianos. Este tipo de control incluye todas las estaciones horizontales materializadas en el terreno con una precisión de 1^o, 2^o ó 3^o orden; podemos citar la anterior Red Geodésica Clásica de 1^{er} Orden que partía del Datum La Canoa.

Las características generales de este tipo de control son:

- **Observaciones angulares:** Se lleva a cabo del tipo Azimutal, Triangulación y Poligonación; teniendo además su orden de precisión en cada tipo de 1°, 2° ó 3°. Con un número de posiciones requeridas según sea el caso.
- **Observaciones astronómicas:** Presenta el tipo de Latitud por el método de Horrebow-Talcott ó el método de Sterneck; y el tipo de Longitud. Cada tipo presenta diferentes órdenes de precisión y diferentes números de posiciones requeridas.

El control básico vertical tiene como objeto es establecer un sistema de control vertical para proporcionar elevaciones precisas en grandes áreas, para uso de estudios científicos y geográficos; además de suministrar marcas de cota fija con base a nivelaciones de orden inferior, usadas en la confección de mapas.

Según el instrumental utilizado, de la metodología y precisión de las medidas se clasifican en:

- **Nivelación de Alta precisión:** También clasificado como Primer Orden Especial se realizarán las lecturas de mira en dos sentidos (Ida y Regreso), en condiciones atmosféricas diferentes.
- **Nivelación Primer Orden:** También clasificado como Primer Orden Ordinario, se aplicarán las mismas condiciones de la anterior.
- **Nivelación Segundo Orden:** Solamente harán mediciones de Ida y Regreso, cuando no haya marcas de cota en los extremo de la línea, éstas marcas debe corresponder a nivelaciones de un orden igual ó superior.
- **Nivelación Tercer Orden:** Se aplicarán los mismos requerimientos de la nivelación anterior, excepto por la precisión requerida.

Los equipos que se utilicen deben ser de alta confiabilidad y precisiones acordes con las tolerancias establecidas para cada orden de nivelación. En Venezuela se tiene la nivelación BM's Nivel Geodesia 1^{er} Orden.

Las especificaciones técnicas de la red geodésica REGVEN se desarrollan con el objetivo de que sirva de referencia posicional para los proyectos nacionales y/o locales; los cuales consistirán en un conjunto de vértices materializados ubicados y/o distribuidos físicamente en el terreno, con su posición conocida con exactitud y referida al sistema geodésica nacional REGVEN y sus características generales son:

Monumentación: Los vértices geodésicos deben ser materializados físicamente por marcas geodésicas de bronce, aluminio, o cualquier otro material resistente. Se pueden utilizar

clavo empotrados en estructuras estables y duraderas como aceras, azoteas de edificios, etc. Las dimensiones deben ser a 20 *20 cm.; ó 10 cm., de radio si es circular, 10 cm., de alto y 60 cm., de profundidad; según las características del suelo que deben ser firme y estable para la selección de la ubicación del vértice y no ser susceptible a deslizamientos o inundaciones.

Ubicación: Los vértices de la Red Geodésica deber ser ubicados en lugar que presenten el horizonte despejado desde 20° máximo. Se debe evitar cuanto sea posible la proximidad a estaciones de emisiones electromagnéticas, como radares, repetidoras de televisión y líneas de transmisión eléctrica que puedan causar interferencia; también como cercanías a objetos metálicos en un área menor de 50 metros de radio del monumento, para disminuir al mínimo problemas de reflexión de la señal de GPS, por la cual debe estar libre de superficies reflectantes tanto naturales como artificiales.

Nomenclatura: El vértice geodésico tendrá un nombre asociado al poblado, a la toponimia del lugar, plaza, avenida, etc.; es decir, que tenga un nombre fácilmente reconocible.

Datum, Elipsoide y Proyección Utilizadas: La nueva red REGVEN estará asociado al elipsoide Geodesia Referente System 1980 ó GRS-80. Las coordenadas de la red se deben expresar en coordenadas geodésicas y UTM. Dado que tendrán la proyección Transversal Mercator y la Cuadrícula será Universal Transversal Mercator.

Receptores GPS: Se podrán utilizar receptores GPS de una ó doble frecuencia.

Alturas: Dependiendo de la exactitud requerida la determinación de las alturas de los vértices se pueden utilizar por varios métodos. Las alturas cuasi-ortométricas se pueden obtener por nivelación geométrica o trigonométrica de precisión de cada uno de los vértices. Puede ser también a través de mediciones GPS de BM's incluidos en la Red y la altura ortométrica sea incluida en la compensación de la red geodésica con algún modelo geopotencial global como el EGM-96, OSU-91A ó CARIB-97.

Se pueden determinar con otro método las alturas de los vértices con las coordenadas geodésicas y la ondulación geoidal (N) obtenida por los modelos neopotenciales globales.

Exactitud: La exactitud de la red geocéntrica dependerá del propósito del vértice; clasificándose en órdenes, a saber:

- Orden A: Representa los vértices o estaciones que materializan en nuestro país al sistema SIRGAS y las estaciones GPS permanentes certificadas por el IGVSB.
- Orden B: Representa los vértices medidos en las campañas REGVEN 95 y 2000, cuya exactitud sea superior a más o menos 2 centímetros.

- Orden C: Representa los vértices de las densificaciones de los ordenes anteriores de REGVEN y con exactitud sea mejor o igual a más o menos 5 centímetros.
- Vértices Geodésicos Municipales: Pertenecientes de la red geodésica municipal la exactitud de la red debe ser menor o igual a 10 cm., con un 95% de confiabilidad.

Resultados: Cada proyecto en donde se hagan vértices nuevos o se rectifique los existentes deben generar un informe técnico con su descripción, objetivos, planilla de cada uno de los vértices en cuestión (incluyendo estaciones de bases RTK), gráfico de la red con sus líneas bases, modos GPS utilizados, matriz de varianza-covarianza, personal que participó, características de los receptores, software, inconvenientes y recomendaciones, etc.; las planillas diarias de observación por cada vértice que contenga entre otros datos nombre e identificación del vértice, fecha de observación hora de inicio y finalización, serial del receptor, tipo y altura de antena y data logger, coordenadas aproximadas, croquis, etc.

Procesamiento de Datos: En los modos de post-proceso se utilizará software de fase, con el método multiestación. Las sesiones de procesamiento de las líneas bases deben presentar soluciones fijas (FIX) o parciales y soluciones flotantes (FLOAT) para líneas bases superiores de 40 Km.

Referencias Acimutales: Las marcas que identifiquen las referencias acimutales deben tener las mismas características y ubicadas a una distancia menor de 100 metros del vértice principal. El procesamiento de la referencia se vinculará directamente solo al vértice principal.

Según los modos de posicionamiento GPS, se utilizará el modo relativo y apoyado en la Red Geocéntrica Venezolana (REGVEN); entre los que se destacan:

Modo Estático: Entre sus características deben presentar:

- Tiempo de observación: Depende de la separación entre las estaciones, pero no será menor a una hora. Para distancias de 50 Km., aproximadamente el tiempo de observación no deberá ser menor de 3 horas.
- Separación máxima de las estaciones: No deberá ser mayor a 50 Km., para distancias mayores se debe realizar la consulta técnica al Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar.
- Intervalo de captura: Se pueden usar desde 1 segundo hasta 15 segundos como máximo.
- Angulo de elevación máximo: Se permite hasta 20 grados.

- **Receptores GPS:** Se permite utilizar receptores de una o doble frecuencias para distancias inferiores a 20 Km., y solo receptores de doble frecuencia para distancias superiores.
- **Cantidad mínima de satélites y PDOD:** El número de satélite deberá ser cinco como mínimo y un PDOD de seis.
- **Vinculación a vértices REGVEN:** Se deben utilizar dos vértices como mínimo para vincularse a los vértices REGVEN, dependiendo de la zona y la cantidad de vértices. Si solo existe un vértice REGVEN se deben realizar dos sesiones de medición como mínimo.
- **Compensación de la Red:** Para la compensación tridimensional de la Red deben utilizarse los vértices de control geodésico en la zona del proyecto, los cuales deben presentar exactitudes menores ó iguales a 5 centímetros.
- **Formato de datos GPS:** todos los datos GPS deberán ser transformado a formato RINEX.

Modo Estático Rápido: Este modo debe ser utilizado para distancias inferiores a 20 Km., de las líneas bases y el tiempo de ocupación dependerá de las distancias de separación entre los receptores para cumplir con las exactitudes exigidas. Deberá cumplir con el resto de características aplicadas al modo estático.

Modo Tiempo Real Cinemática RTK: Se refiere específicamente al modo tiempo real; se utilizarán correcciones diferenciales de fase portadora de señal GPS.

Estaciones Bases o Master: Entre sus características más predominantes tenemos:

- Se utilizará el modo estático ó el estático rápido para el posicionamiento de las estaciones bases y se vincularán a dos ó más vértices de la red REGVEN. En caso de un solo vértice se realizará dos sesiones como mínimo.
- Se monumentará con marcas geodésicas estables y permanentes; según las normas técnicas de marcas geodésicas.
- El intervalo de captura máximo será de un segundo con PDOD máximo de 4.
- La cantidad mínima de satélites será de cinco y la separación máxima entre las estaciones bases deberá ser de 10 Km.

Estaciones Remotas o Rover: Presenta características como:

- La distancia máxima a la estación base será de 10 Km. Y el tiempo de ocupación mínimo será de cinco segundos.
- La cantidad mínima de satélites será de 5 y el PDOD máximo de 4.

7. TIPOS DE SEÑALES

Existen varios tipos de Monumentación de vértices en Venezuela, a continuación se presentan algunos de ellos:

FIGURA 2 Y FIGURA 3

8. SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED GEODÉSICA

Por resolución del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales publicada en la Gaceta Oficial N° 36653, publicada el 03 de Marzo de 1999 entre en vigencia desde el 1 de Abril de 1999 como Datum oficial SIRGAS-REGVEN como el sistema de referencia geocéntrico en Venezuela, en sustitución del PSAD 56 (Hayford). REGVEN se presenta como una densificación del sistema SIRGAS en el país; adoptando el IERF (Internacional Earth Rotation Service) y el ITRF (International Terrestrial Reference Frame) con parámetros del elipsoide GRS 80 (Geodetic Reference System de 1980), en la solución ITRF 94, época 1995.4.

Se han realizado dos campañas de mediciones, la primera en el año 1995 en conjunto de la vinculación de 5 vértices de SIRGAS que correspondieron en Venezuela y 3 estaciones fiduciales, logrando como resultado el establecimiento de 67 estaciones distribuidas al norte del paralelo 5° en el territorio nacional y la segunda en el año 2000 que ocuparon 11 estaciones permanentes, con 3 estaciones fiduciales permanentes; logrando el establecimiento de 89 vértices en todo el territorio nacional. Ambas campañas se obtuvieron exactitudes de más o menos 2 centímetros y referidos a SIRGAS.

Actualmente la Red Geocéntrica REGVEN se encuentra en un proceso continuo de densificación, de manera que cubra todo el territorio venezolano, que debido a la ejecución de programas para su establecimiento y densificación ha dado como resultado la cantidad de 165 vértices en sus diferentes ordenes.

FIGURA 4

Se logrado la determinación de los parámetros de transformación entre el sistema PSAD 56 (La Canoa, ciudad de Venezuela en el estado de Anzoátegui) y el sistema SIRGAS-REGVEN, denominándose PATVEN-98, y así vincular todo el posicionamiento geodésico de las redes de triangulación y poligonación clásica referidas al Datum PSAD 56 al Sistema REGVEN. Los parámetros oficiales PATVEN-98 se detallan en la tabla 1 en donde se incluye el punto fundamental.

TABLA 1

FIGURA 5

Según Hernández et al., (2002) “Esta red viene a proporcionar al país de un control geodésico básico nacional, de uso común entre los diferente usuarios que cada día requieren de un posicionamiento geodésico preciso y adecuado a las nuevas técnicas, métodos y adecuado a las nuevas técnicas, métodos y procedimientos”.

9. PERSPECTIVAS DE FUTURO

Desde su formación, la Red Geocéntrica Venezolana REGVEN está en un proceso de densificación de vértices pasivos de alta precisión, materializados por monumentos estables y duraderos sobre la superficie del territorio venezolano; se presenta la necesidad de tendencia a nivel mundial de establecer redes geodésicas de monitoreo permanente GPS vinculados al Sistema Geodésico Nacional de manera directa, convirtiéndolos en Vértices activos de información satelital continua.

La presente Red GPS Permanente estará conformada por un conjunto de receptores con capacidad de rastrear los satélites sobre el horizonte en forma continua, estando conectados a una red informática que envíe y almacene la información GPS para disposición de usuarios, la más usual vía Internet; cual formaría la Red de Estaciones de Monitoreo y Observación Satelital GPS (REMOS).

Se prevé que cada estación tenga un radio de cubrimiento de 150 Km., dando como resultado que se necesitan 16 estaciones aproximadamente para cubrir todo el territorio nacional; así se subsana los problemas de georreferenciación precisa de proyectos, estudios e investigaciones, tanto de aplicaciones nacionales e internacionales. Además proveerá a los usuarios nacionales de la información de GPS actualizada, rápida y confiable, necesaria en los proyectos de catastro, obras civiles, minería, límites y urbanismo, etc.

Se espera en el área de investigación, que dará soporte a la materialización de nuevos marcos geodésicos de referencia globales definidos por ITRF, en proyecto de geodinámica CASA (Central and South America, Red para el estudio de la geodinámica tectónica de América Central y América del Sur) para monitoreo de las placas tectónicas del Caribe y Sudamérica y en la elaboración de cartografía con diferentes temática donde la tecnología GPS es fundamental.

FIGURA 6

10. FUENTES DE INFORMACIÓN

Bujana C. Daniel (2006) Sistemas de Referencia Geodésicos. Departamento de Ingeniería Geodésica y Agrimensura. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela. Venezuela

Clifford J. Mugnier (2000). The Bolivarian Republic of Venezuela, Grids and Datums. American Society for Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. Louisiana State University, USA.

Hernández, José N. (2005) Establecimiento de la Red de Estaciones de Monitoreo y Observaciones Satelital (REMOS). Semana de Geomática 2005. Bogotá D. C. Colombia.

Hernández, José N. (2002) Evolución y estado actual del sistema de referencia geocéntrico de Venezuela. Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. Caracas. Venezuela

Hoyer M., Martín A., Rodríguez Y., Borrego J., Hurtado E. (2002) Impacto de la implantación del nuevo Datum oficial de Venezuela (SIRGAS-REGVEN) en las actividades geodésicas de PDVSA EPM.

IGVSB (2003). Determinan la Altura exacta del Pico Bolívar. Boletín Geográfico. IGVSB- BG N° 14. Circular coleccionable. Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. Caracas. Venezuela.

IGVSB (2002). Procedimientos y especificaciones técnicas para la formación y conservación del catastro nacional. Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. Caracas Venezuela.

IGVSB (2001) Atlas de Venezuela. Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar".Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. Caracas Venezuela.

IGVSB (2001) REGVEN. La nueva Red Geocéntrica Venezolana. Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar. Editorial La Primera Prueba. Caracas Venezuela.

SAGECAN (1999) Normas técnicas del proceso cartográfico digital .Normativa Cartográfica Venezolana. Volumen IV. Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Caracas. Venezuela

DX (m)	$-270,933 \pm 0,499$
DY (m)	$115,599 \pm 0,499$
DZ (m)	$-360,226 \pm 0,499$
EX (")	$-5,266 \pm 0,473$
EY (")	$-1,238 \pm 0,340$
EZ (")	$-2,381 \pm 0,379$
DM (PPM)	$-5,109 \pm 1,088$
Xm (m)	2464351,594
Ym (m)	-5783466,613
Zm (m)	974809,808

Tabla 1: Parámetros Oficiales PATVEN-98 (Hoyer et al., 2002)

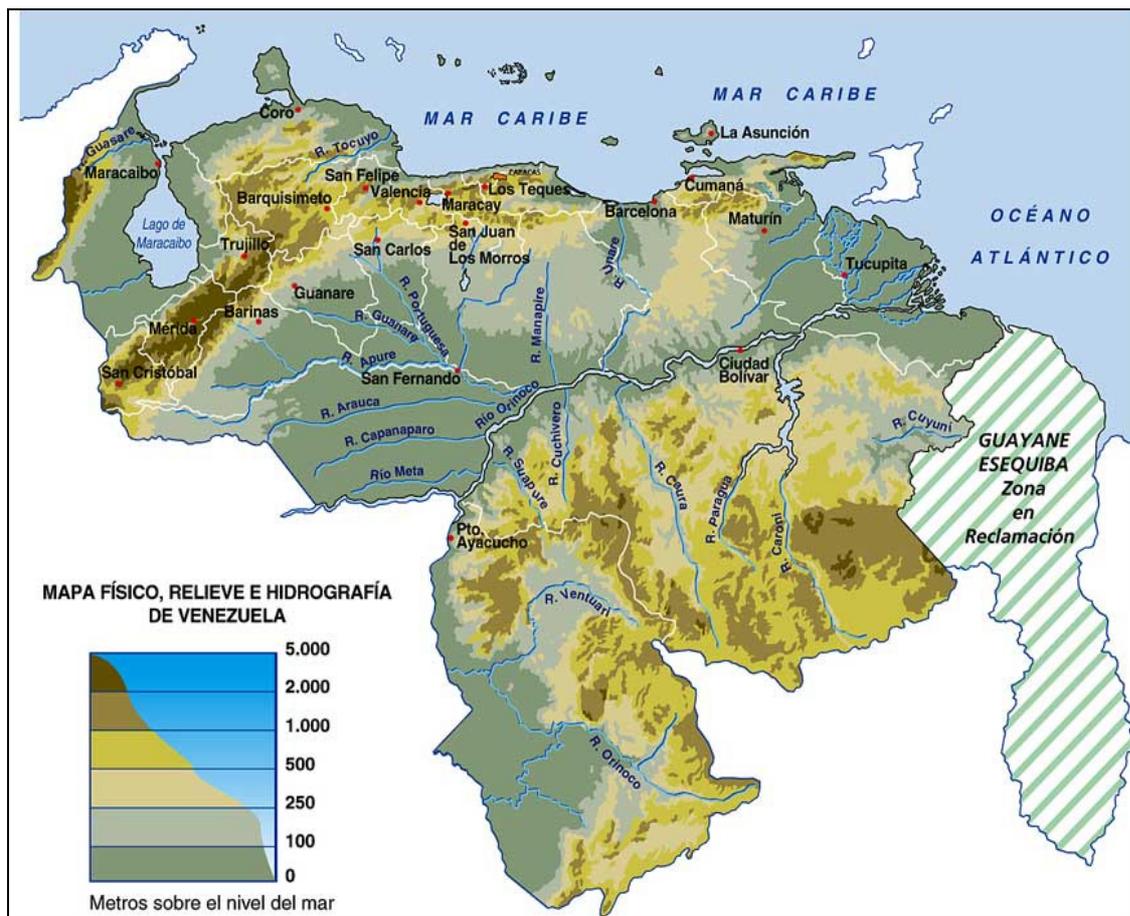


Figura 1: Mapa físico, relieve e hidrografía de Venezuela

Pilar de concreto de 1,3 m., de alto y 30 por 30 cm., con placa de hierro con abertura de centrado forzado



Monumento de 20 por 20 cm., y protegido por tres tubos pintados en blanco y rojo



Figura 2: Vértices, IGVS

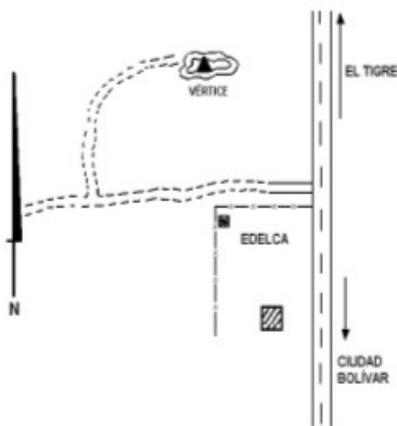
Placa empotrada en un muro de concreto.	Modelo de placa con inscripción: GPS, lugar, n°, REGVEN, año.
 A photograph showing a surveying station (a tripod-mounted instrument) positioned on a concrete wall. The wall is situated in a natural, vegetated area. A black container is visible on the wall to the right of the tripod.	 A close-up photograph of a circular concrete plaque embedded in a wall. The plaque has some faint markings or inscriptions on its surface, which are partially obscured by green foliage in the foreground.

Figura 3: Vértices, IGVSB



VÉRTICE	ESTADO	ORDEN	NUMERO
CANOA	ANZOATEGUI	A	59
DATUM	ELIPSOIDE	FECHA	H
SIRGAS-REGVEN	GRS-80	1995	178,88 m
LATITUD	LONGITUD	h	Hegm-96
08° 34' 05" .8707	63° 51' 41" .2668	153,365 m	179,722 m
NORTE	ESTE		
947231,078 m	405200,145 m		

CROQUIS



FOTOGRAFIA



ACCESO

De el Tigre, vía Ciudad Bolívar se recorren 58 Km, luego se toma a la derecha vía asfaltada 1.6 Km y 4.7 Km por vía engrazonada, se cruza a la derecha por trilla de 200 m, hasta llegar al vértice en una pequeña elevación.

INSCRIPCION DATUM LA CANOA 1951

ESTE DOCUMENTO SÓLO TIENE CARÁCTER INFORMATIVO

Figura 4: Reseña de Vértice, <http://www.igvsb.gov.ve/site2006/regven.php>



Figura 5: Estado actual del Sistema de Referencia Geocéntrico en Venezuela (Hernández et al. 2002)

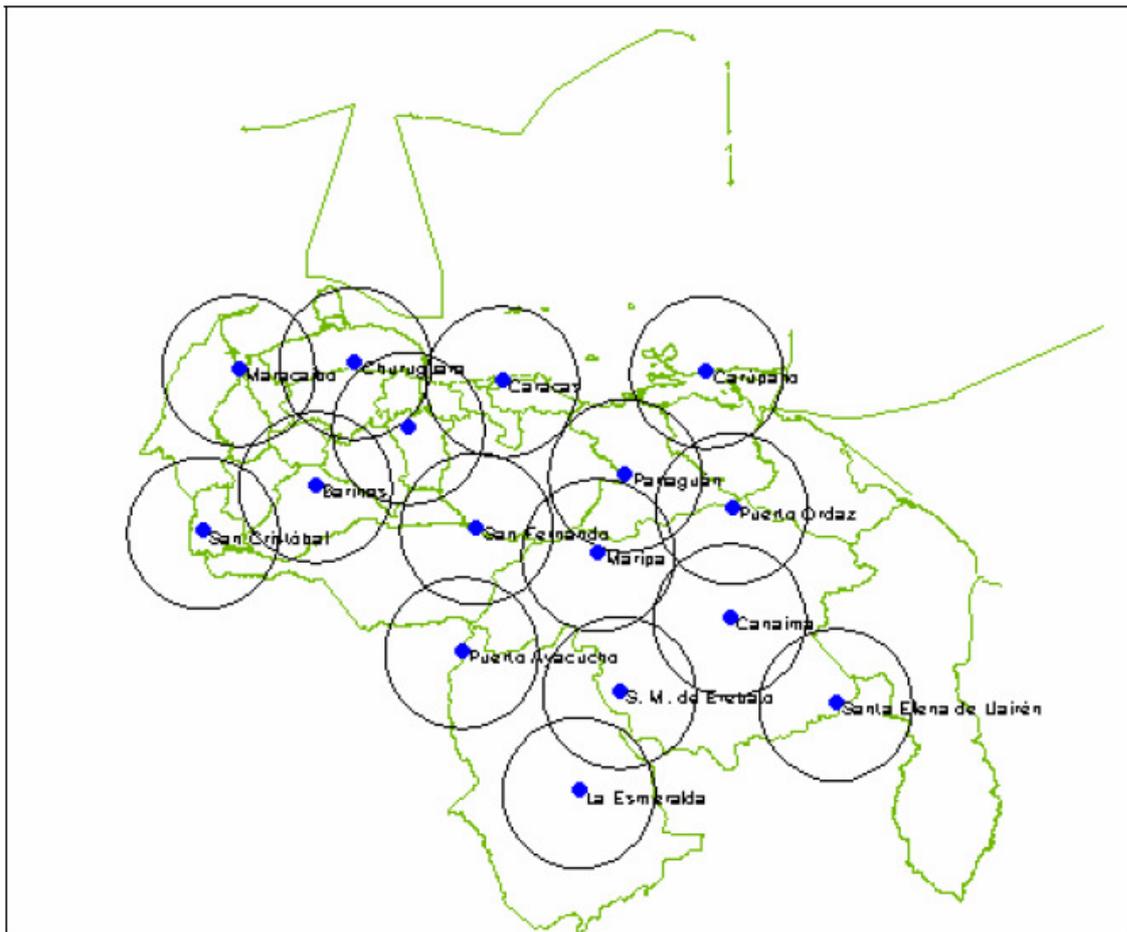


Figura 6: Distribución espacial de la Red de Estaciones de Monitoreo y Observación Satelital GPS (REMOS) de Venezuela (Hernández et al; 2005)